


## Reference frame prediction and block mode prediction for fast motion searching in advanced video coding

Patent Number: ☐ EP1241893, A3  
Publication date: 2002-09-18  
Inventor(s): KEROFISKY LOUIS (US); SUN SHIJUN (US)  
Applicant(s): SHARP KK (JP)  
Requested Patent: ☐ JP2002330443  
Application Number: EP20020006009 20020315  
Priority Number(s): US20010810349 20010316  
IPC Classification: H04N7/26  
EC Classification: H04N7/26P36  
Equivalents: ☐ US2002131498  
Cited patent(s): US5841476

### Abstract

A method provides a fast motion search in advanced video signal coding systems based on a reference-frame prediction and a block-mode prediction so that a motion search of each block mode and each reference frame is not required. A reference frame prediction fp, spaced from the current frame (22) by "p" number of frames, is determined by:  $p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b, c, d))$ ; wherein  $p_0$  is a pre-chosen positive integer, n is the total number of reference frames (12, 14, 16, 18, 20), wherein A, B, C, and D are image blocks adjacent to a searched block, and wherein the reference image blocks have been chosen from reference frames fa, fb, fc, and fd. The search is conducted within frames fo to fp, which is a subset of all the n reference frames (12, 14, 16, 18, 20), so that the total computational burden is significantly decreased with respect to prior art searches. The mode frequency prediction is based on the frequencies of the block modes:  $F<0> = \alpha \cdot \min(FmA, FmB, FmC, FmD)$ ; wherein  $\alpha$  is a positive parameter less than 1.0. The block-mode selection is then conducted using the mode-frequency prediction. Each mode m among all the M possible modes will be considered if  $F_m$  is greater than or equal to  $F<0>$ . If  $F_m$  is less than  $F_{DEG}$  then mode m will be skipped during the motion search. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-330443

(P2002-330443A)

(43)公開日 平成14年11月15日(2002.11.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
H 0 4 N 7/32		H 0 3 M 7/36	5 C 0 5 9
H 0 3 M 7/36		H 0 4 N 7/137	Z 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2002-55910(P2002-55910)

(22)出願日 平成14年3月1日(2002.3.1)

(31)優先権主張番号 09/810,349

(32)優先日 平成13年3月16日(2001.3.16)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 シジュン サン  
アメリカ合衆国, 98683 ワシントン州,  
バンクーバー, 16900 エスイー 26番  
ドライブ, #47

(72)発明者 ルイス キロフスキー  
アメリカ合衆国, 97201 オレゴン州, ポ  
ートランド, 1924 エスタブリュ ミル  
ストリート テラス

(74)代理人 100079843  
弁理士 高野 明近 (外1名)

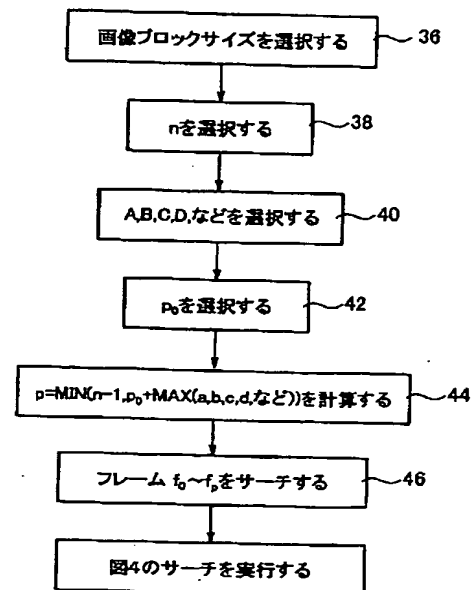
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デジタル動画システムにおける画像の位置変化を効率的に推定する方法

## (57)【要約】

【課題】 参照フレーム予測及びブロックモード予測に基いた高度動画信号符号化システムにおける高速動きサーチを簡略化して実行する。

【解決手段】  $p$  個のフレームだけ現フレームから離れた参照フレーム予測値  $f_p$  を  $p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b, c, d))$  ( $p_0$  は正整数、 $n$  は参照フレーム総数、 $A, B, C, D$  はサーチブロックの隣接画像ブロック、参照フレーム  $f_a, f_b, f_c, f_d$  から参照画像ブロックを選択) で決定する。 $n$  個の参照フレーム全てのサブセットであるフレーム  $f_0 \sim f_p$  内でサーチを実行する。モード周波数予測はブロックモードの周波数  $F^0 = \alpha \cdot \min(F_{aA}, F_{aB}, F_{aC}, F_{aD})$  ( $\alpha$  は1未満の正数) に基づく。モード周波数予測を使ってブロックモード選択を実行する。 $F_a$  が  $F^0$  以上であれば  $M$  個の全ての可能なモードの間の各モード  $m$  を検討し  $F_a$  が  $F^0$  未満であれば動きサーチ中にモード  $m$  をスキップする。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、

前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、

所定数の参照フレームを選択するステップと、

前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、

加算ファクタの値を選択するステップと、

前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、

前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、

前記最適な参照ブロックに対するフレームの前記サブセットをサーチするステップとを含むことを特徴とする画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項2】 前記現フレームにおける前記画像ブロックに隣接するブロックの数を8以下に選択することの特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項3】 前記現フレームにおける前記画像ブロックに隣接するブロックの数を4以下に選択することの特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項4】 前記加算ファクタが正の整数であること

を特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項5】 所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、

前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、

各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、

該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード周波数予測ファクタを計算するステップと、

前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、

前記最適な参照モードに対するモードの前記サブセットをサーチするステップとを更に含むことを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項6】 前記選択する画像ブロックモードの数が7であることを特徴とする請求項5記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項7】 当該方法は、CIFフォーマットシーケンス及びQCIFフォーマットシーケンスを含んで成るグループから選択したフォーマットシーケンスを使って実行されることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項8】 当該方法は、毎秒1フレームより速く、且つ毎秒60フレームより遅いフレーム速度で実行されることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項9】 当該方法は、前記所定数の参照フレームの各フレームと前記所定数の画像ブロックモードの各モードとを含む1回のサーチよりも少なくとも3倍速く実行されることを特徴とする請求項5記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項10】 当該方法は、10,000よりも速く、且つ250,000よりも遅いビットレートで実行されることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項11】 動画シーケンスに生じる歪みはピーク信号対ノイズ比で0.5dB未満であることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項12】 当該方法は、前記所定数の参照フレームのうちの各フレームを含む1回のサーチを実行するのに必要な時間の52%未満の時間で実行されることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項13】 一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、前記所定数の参照フレーム内の各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットをサーチするステップとを含むことを特徴とする画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項14】 当該方法は、前記所定数の画像ブロックモードのうちの各モードを含む1回のサーチを実行するのに必要な時間の75%よりも短い時間で実行されることを特徴とする請求項13記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項15】 加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、前記最適な参照ブロックに対するフレームの前記サブセットをサーチするステップとを更に含むことを特徴とする請求項13記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項16】 前記加算ファクタが1であることを特徴とする請求項15記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項17】 前記乗算ファクタが $1/2$ であることを特徴とする請求項13記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項18】 一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、

前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、

所定数の参照フレームを選択するステップと、  
 前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、  
 加算ファクタの値を選択するステップと、  
 前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、  
 前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、  
 所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、  
 前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、  
 各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、  
 乗算ファクタを選択するステップと、  
 該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード周波数予測ファクタを計算するステップと、  
 前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、  
 前記所定数の参照フレームのうちの前記フレームサブセットをサーチし、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードサブセットをサーチするステップとを含むことを特徴とする画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項19】 前記加算ファクタは動的に調節されることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項20】 前記乗算ファクタは動的に調節されることを特徴とする請求項13記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項21】 前記最適な参照ブロックに対し、前記

フレームのサブセットをサーチし、その後、該サーチ中に前記フレームのサブセットに優先的な順序が与えられるよう、前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の参照フレームのうちの残りをサーチすることを特徴とする請求項1記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【請求項22】 前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードのサブセットをサーチし、その後、該サーチ中に前記モードのサブセットに優先的な順序が与えられるよう、前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の画像ブロックモードのうちの残りをサーチすることを特徴とする請求項13記載の画像の位置変化を効率的に推定する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル動画システムにおける画像の位置変化を効率的に推定する方法に関し、より詳細には、アドバンスト動画信号符号化システムにおいて、多数の参照フレームのサブセット及び/又は多数の画像ブロックモードのサブセットを使って高速動きサーチする方法に関する。

【0002】

【従来の技術】動画情報フォーマットはテレビスクリーンを起動したり、又はビデオテープに記憶するのに適した視覚情報を提供する。一般に動画データは階層的順序で構成されている。1つの動画シーケンスは複数のフレームのグループに分割され、各グループは一連の単一フレームから構成できる。各フレームは1つの静止画像にほぼ等しく、この場合、静止画像は連続する動きの表示をシミュレートするのに十分な頻度で更新される。1つのフレームは更にマクロブロックに分割される。H.26P及びMPEG-X標準規格(Moving Picture Experts Group)では、1つのマクロブロックは動画フォーマットに応じ、16×16のピクセルから構成される。1つのマクロブロックは常に整数の数のブロック、例えば8×8ピクセルの符号化単位を有する。

【0003】動画圧縮は、動画データの伝送又は記憶を行う必要があるどのアプリケーションにとっても重要なコンポーネントである。圧縮技術は前のフレーム内に記憶された情報を再使用することにより動きを補償している。この技術は、時間的冗長性と称されている。圧縮は、空間領域におけるデータを周波数領域に変換することによっても行われる。

【0004】動き補償は、MPEG及び国際電気通信連合(ITU)規格が定めたような動画圧縮で使用される基本技術である。動き推定は恐らくは動画符号化器に最も要求されるタスクであり、高速動きサーチを行うためのアルゴリズム及び技術が過去に多数提案されている。しかしながら、これら方法は所定の単一ブロックモー

ド、例えば8×8ブロックモードのための種々の高速サーチ方式を1つの単一参照フレーム内でしか適用していない。本出願人が知る先行技術の方法のいずれも、多数の参照フレーム及び多数の画像ブロックモードによる高速サーチの実行は検討されておらず、この高速サーチは動画符号化における最新技術のうちの1つとなりつつある。例えば、継続中のITU-T H.26L動画符号化規格では7つまでのブロックモードを検討している。しかしながら、1回の動きサーチ中に検討(考慮)できる参照フレームの数には理論的な限界はない。これら最新の技術は、より良好な動き補償を行うことにより動画符号化効率を改善している。しかしながら、これら技術により特に動きサーチのための計算上の負担も大幅に増加している。

【0005】特に、従来の高速動きサーチ技術は、単一参照フレーム及び符号化モードを使用している。使用される参照フレーム及び符号化モードの各々はサーチを行う前に指定される。この方法を多数の参照フレーム及び多数のモードへ直接適用すると、サーチの複雑さは参照フレーム及びモードの数を乗算しただけ増大することになる。例えば7つのブロックモード及び5つの参照フレーム(これはH.26Lにおける代表的な構成である)によって動きサーチを行うには、従来の動きサーチが35回必要である。フレームサーチの各々に対して高速サーチアルゴリズムを使用したとしても、複雑さは35倍となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のごとき実状を鑑みてなされたものであり、符号化性能を大幅に低下することなく、サーチするフレーム及びモードの数を低減することによって動きサーチを簡略化して実行することが可能な、デジタル動画システムにおける画像の位置変化を効率的に推定する方法を提供することをその目的とする。

【0007】従って、本発明は、アドバンスト(高度)動画符号化において高速動きサーチ(fast motion search)を実行する方法を提供することをその目的とする。

【0008】また、本発明は、高速動きサーチにおいて参照フレーム予測及び/又はブロックモード予測を実行する方法を提供することを他の目的とする。

【0009】さらに、本発明は、多数の参照フレームのサブセット及び/又は多数の画像ブロックモードのサブセットを含むサーチを実行する方法を提供することを他の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】第1の技術手段は、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定め

られた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、前記最適な参照ブロックに対するフレームの前記サブセットをサーチするステップとを含むことを特徴としたものである。

【0011】第2の技術手段は、第1の技術手段において、前記現フレームにおける前記画像ブロックに隣接するブロックの数を8以下に選択することを特徴としたものである。

【0012】第3の技術手段は、第1の技術手段において、前記現フレームにおける前記画像ブロックに隣接するブロックの数を4以下に選択することを特徴としたものである。

【0013】第4の技術手段は、第1の技術手段において、前記加算ファクタが正の整数であることを特徴としたものである。

【0014】第5の技術手段は、第1の技術手段において、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値

で乗算することにより、モード一周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード一周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード一周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記最適な参照モードに対するモードの前記サブセットをサーチするステップとを含むことを特徴としたものである。

【0015】第6の技術手段は、第5の技術手段において、前記選択する画像ブロックモードの数が7であることを特徴としたものである。

【0016】第7の技術手段は、第1の技術手段において、当該方法は、CIFフォーマットシーケンス及びQCIFフォーマットシーケンスを含んで成るグループから選択したフォーマットシーケンスを使って実行されることを特徴としたものである。

【0017】第8の技術手段は、第1の技術手段において、当該方法は、毎秒1フレームより速く、且つ毎秒60フレームより遅いフレーム速度で実行されることを特徴としたものである。

【0018】第9の技術手段は、第5の技術手段において、当該方法は、前記所定数の参照フレームの各フレームと前記所定数の画像ブロックモードの各モードとを含む1回のサーチよりも少なくとも3倍速く実行されることを特徴としたものである。

【0019】第10の技術手段は、第1の技術手段において、当該方法は、10,000よりも速く、且つ250,000よりも遅いビットレートで実行されることを特徴としたものである。

【0020】第11の技術手段は、第1の技術手段において、動画シーケンスに生じる歪みはピーク信号対ノイズ比で0.5dB未満であることを特徴としたものである。

【0021】第12の技術手段は、第1の技術手段において、当該方法は、前記所定数の参照フレームのうちの各フレームを含む1回のサーチを実行するのに必要な時間の5%未満の時間で実行されることを特徴としたものである。

【0022】第13の技術手段は、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブ

ロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、前記所定数の参照フレーム内の各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード一周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード一周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード一周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットをサーチするステップとを含むことを特徴としたものである。

【0023】第14の技術手段は、第13の技術手段において、当該方法は、前記所定数の画像ブロックモードのうちの各モードを含む1回のサーチを実行するのに必要な時間の75%よりも短い時間で実行されることを特徴としたものである。

【0024】第15の技術手段は、第13の技術手段において、加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するた

めに、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、前記最適な参照ブロックに対するフレームの前記サブセットをサーチするステップとを更に含むことを特徴としたものである。

【0025】第16の技術手段は、第15の技術手段において、前記加算ファクタが1であることを特徴としたものである。

【0026】第17の技術手段は、第13の技術手段において、前記乗算ファクタが $1/2$ であることを特徴としたものである。

【0027】第18の技術手段は、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定

するステップと、各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード一周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード一周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード一周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記所定数の参照フレームのうちの前記フレームサブセットをサーチし、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードサブセットをサーチするステップとを含むことを特徴としたものである。

【0028】第19の技術手段は、第1の技術手段において、前記加算ファクタは動的に調節されることを特徴としたものである。

【0029】第20の技術手段は、第13の技術手段において、前記乗算ファクタは動的に調節されることを特徴としたものである。

【0030】第21の技術手段は、第1の技術手段において、前記最適な参照ブロックに対し、前記フレームのサブセットをサーチし、その後、該サーチ中に前記フレームのサブセットに優先的な順序が与えられるよう、前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の参照フレームのうちの残りをサーチすることを特徴としたものである。

【0031】第22の技術手段は、第13の技術手段において、前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードのサブセットをサーチし、その後、該サーチ中に前記モードのサブセットに優先的な順序が与えられるよう、前記最適な参照ブロックに対し、前記所定数の画像ブロックモードのうちの残りをサーチすることを特徴としたものである。

【0032】

【発明の実施の形態】本発明に係る方法は、符号化性能を大幅に低下することなく、サーチするフレーム及びモードの数を低減することによって動きサーチを簡略化するものである。本発明は、全ての参照フレーム及び全てのブロックモードをサーチするのに、各画像ブロックの動きサーチが不要となるように、参照フレーム予測及びブロックモード予測に基づく高速動きサーチ方法を提供するものである。すなわち、本発明は、高度動画符号化において高速動きサーチを行うための参照フレーム予測及びブロックモード予測に係わるものである。



【0033】特に“p”個のフレームだけ現フレームから離れた参照フレーム予測値 $f_p$ を次の式によって決定できる。

【0034】 $p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b, c, d))$

【0035】ここで、 $p_0$ は予め選択した正の整数(すなわち加算ファクタ)、 $n$ は参照フレームの総数、 $A, B, C, D$ はサーチされるブロックEに隣接する画像ブロックであり、画像ブロック $A, B, C, D$ に対する参照画像ブロックはそれぞれ参照フレーム $f_a, f_b, f_c, f_d$ から事前に選択されたものである。このサーチは先行技術のサーチに関して全体の計算上の負担が大幅に低減するように、 $n$ 個の参照フレームの全てのサブセットであるフレーム $f_0 \sim f_p$ 内で行われる。

【0036】符号化される画像ブロック、例えばブロックEに対し、ブロックモード選択は $m_A, m_B, m_C, m_D$ のモードで符号化されている隣接するブロック $A, B, C, D$ 内のブロックモードに基づくことができる。各画像ブロックモードの周波数 $F_m$ は、以前の(先行する) $w$ 個のフレーム内の全てのブロック及び既に符号化された現フレーム内のブロックに対し、ブロックモード $m$ が使用される回数である。モード周波数予測は次のブロックモードの周波数に基づく。

【0037】

$F^0 = \alpha \cdot \min(F_{mA}, F_{mB}, F_{mC}, F_{mD})$

【0038】ここで、 $\alpha$ は1.0未満の正のパラメータ(すなわち、乗算ファクタ(a multiplication factor))である。次に、モード周波数予測を使ってブロックモード選択を実行する。 $F_m$ が $F^0$ 以上であれば、 $M$ 個の全ての可能なモードの間の各モード $m$ を検討する。 $F_m$ が $F^0$ 未満であれば、動きサーチ中に特定のモード $m$ をスキップする。

【0039】特に、本発明においては、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレ

ーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、前記最適な参照ブロックに対するフレームの前記サブセットをサーチするステップとを含む、画像の位置変化を効率的に推定する方法を提供するものである。

【0040】特に、本発明においては、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、前記所定数の参照フレーム内の各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステップと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモード

のうちの前記モードの各々の周波数が前記モード一周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード一周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットをサーチするステップとを含む、画像の位置変化を効率的に推定する方法を更に提供する。

【0041】また、本発明においては、一連のフレームによって動画シーケンスが表されるデジタル動画システムであって、該一連のフレームは、現フレームと該現フレームに対して時間的に後方に位置する多数の先行参照フレームとを含み、各フレームは予め定められた時間インターバルだけ離間しており、各フレームは予め定められた位置を有する複数のブロックに分割されており、各ブロックはピクセルデータの予め定められたマトリックスを含む、デジタル動画システムにおける、画像の位置変化を効率的に推定する方法において、当該方法は、前記一連の参照フレーム内の最適な参照ブロックのロケーションを決定することにより、前記一連の参照フレームのうちの先行フレーム内のピクセルデータの対応するマトリックスから、前記現フレーム内の画像ブロック内のピクセルデータのマトリックスによって表される画像の位置変化を効率的に推定する方法であって、前記現フレーム内の画像ブロックを選択するステップと、所定数の参照フレームを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する所定数のブロックを選択するステップと、加算ファクタの値を選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択されたブロックの各々に対し、前記所定数の参照フレームのうちの1つのフレームにおける参照画像ブロックを決定するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の参照フレームのうちのフレームのサブセットであって、前記現フレームから時間的に後方に位置する多数のフレームを含むサブセットを計算するステップであって、前記参照画像ブロックを含む前記フレームが前記参照画像ブロックの各々に対する前記所定数の参照フレームのうちの前記1つのフレーム内に達するために、前記参照フレームの前記所定数から1を減算した値と、前記現フレームから時間的に後方にカウントされた前記フレームの前記所定数の最大値を前記加算ファクタに加算した値との最小値を選択することを含むステップと、所定数の画像ブロックモードを選択するステップと、前記現フレーム内の前記画像ブロックに隣接する前記選択した数のブロックの各々のモードを決定するステップと、各画像ブロックモードの周波数を決定するステップと、乗算ファクタを選択するステッ

プと、該乗算ファクタを各画像ブロックモードの周波数のうちの最小値で乗算することにより、モード一周波数予測ファクタを計算するステップと、前記最適な参照ブロックをサーチする、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードのサブセットであって、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードの各々の周波数が前記モード一周波数予測ファクタ以上である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちのモードの各々を含み、前記所定数の画像ブロックモードのうちの特定モードの周波数が前記モード一周波数予測ファクタ未満である時に、前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記特定モードを除くようなサブセットを計算するステップと、前記所定数の参照フレームのうちの前記フレームサブセットをサーチし、前記最適な参照ブロックに対する前記所定数の画像ブロックモードのうちの前記モードサブセットをサーチするステップとを含む、画像の位置変化を効率的に推定する方法も更に提供する。

【0042】次に、図面を参照して本発明の一実施例を説明する。図1は、多数の参照フレームを用いた動きサーチを説明するための図で、図中、10は多数の参照フレーム12, 14, 16, 18, 20, 22の概略を示す。これらフレームは時間の経過を示す水平軸線に沿って配置されており、フレーム22は現在のフレーム（現フレーム）であり、フレーム12は過去の最も離れたフレーム、すなわちフレーム22から時間的に最も遠いフレームである。現フレーム22内の画像ブロック24に対して動きサーチを行う際に整数 $n$  ( $n > 1$ ) 個の参照フレームが使用されるとすると、現フレーム22に最も時間的に近い参照フレーム（フレーム $f_0$ と表示；例えばフレーム20）から最適参照ブロックを選択する確率は、現フレームから遠い参照フレーム（ $F_{n-1}$ と表示；例えばフレーム12）から参照ブロックを選択する確率よりも高い。従って、長い計算時間を使用するが現フレーム22内の全ての画像ブロックに対する $n$ 個の参照フレーム全てをサーチしても大きな利益は得られない。このような考えの利点を活用するために、参照フレーム予測技術が開発された。

【0043】図2は、現画像フレームにおける画像ブロック及びそれに隣接する画像ブロックの略図である。図2には単一フレーム内の数個のブロックA, B, C, D, Eが示されている。Eと表示されたブロック26は動きサーチを行う対象の現在の画像フレーム内の画像ブロックを示す。A, B, C, Dとそれぞれ表示されたブロック28, 30, 32, 34は、現フレーム内のブロック26、すなわちブロックEに隣接可能な画像ブロックであり、これらブロックの参照画像ブロックはそれぞれ参照フレーム $f_a, f_b, f_c, f_d$ から選択されている。ここで、 $f_a$ はブロックAに対する参照画像ブロックを含む $n$ 個のフレームのシーケンス内の参照フレームである。予測フレーム $f_p$ は $p$ から導き出すことが可能

である。ここで、 $p$ は次のように定められた現フレームからのフレーム数である。

$$p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b, c, d)) \quad \dots (1)$$

【0045】ここで、 $p_0$ は予め選択された正の整数パラメータ、すなわち加算ファクタである。画像ブロック26、すなわち画像ブロックEに対する動きサーチは、 $n$ 個の参照フレームのうちの全てのサブセットであるフレーム $f_0 \sim f_p$ 内で行うことができるので、全体の計算上の負担は大幅に軽減される。動きサーチ及び動画の画質を制御するために、動画符号化プロセス中に加算ファクタ $p_0$ を変更又は調節可能とする。すなわち符号化プ

$$p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b, c)) \quad \dots (2)$$

$$p = \min(n-1, p_0 + \max(a, b)) \quad \dots (3)$$

【0048】予測で使用する隣接する全てのブロックが画像フレームから外れるか、又はイントラブロックとして符号化されるような特殊なケースでは、 $p$ の値は $(n-1)$ にセットされる。このことは、動きサーチ中に全ての参照フレームを考慮することを意味する。したがって、最悪のケースのシナリオ、特にサーチのシナリオとして、本発明の方法は先行技術のフルサーチと同じ数の計算回数を必要とする。しかしながら、上述のごとく本発明の方法は、フレーム予測計算により一般に全てのフレームのサブセットのみのサーチを含むので、先行技術のサーチ方法と比較してサーチの計算上の負担が軽減される。

【0049】図3は、参照フレーム予測方法を説明するためのフロー図である。ステップ36では画像ブロックのサイズ、例えば $16 \times 16$ のサイズの選択を含む。ステップ38では参照フレームの数である $n$ を選択し、ステップ40ではサーチすべきブロックに隣接可能な画像ブロックを選択することを含む。例えば、ブロックA及びBの選択、ブロックA、B、Cの選択、ブロックA、B、C、Dの選択、ブロックA、B、C、D、F等の選択を行うことも可能である。ステップ42では、予め定められた正の整数である $p_0$ を選択することを含む。ステップ44では、(ステップ40で決定された)サーチすべきブロックに隣接する、選択された数のブロックに対し、式(1)、(2)、(3)又は他の同様な式によって $p$ を計算することを含む。ステップ46では、フレーム $f_0 \sim f_p$ (ここで $p$ はステップ44で決定された数である)をサーチすることを含む。当業者であれば、図3に示された個々のステップは種々の異なるシーケンスで実行できること、すなわち最初に選択する変数を任意の順で選択できることが理解できよう。更に、図4を参

$$F^0 = \alpha \cdot \min(F_{aa}, F_{ab}, F_{ac}, F_{ad}) \quad \dots (4)$$

【0053】ここで、 $\alpha$ は1よりも小さい正のパラメータであり、乗算ファクタ $\alpha$ は、動きサーチ又は動画の画質を制御するために動画符号化プロセス中に変更又は調節できる。すなわち $\alpha$ は符号化プロセス中にダイナミックに変更できる。

【0044】

ロセス中に $p_0$ をダイナミックに変更させることを可能とする。

【0046】 $f_p$ の予測は極めてフレキシブルとすることができる。特に隣接する画像ブロックの種々のセットから予測を行うことができる。例えば、次の式(2)と式(3)は極めて類似した結果を与える。

【0047】

照して後述するブロックモード予測サーチの前後又は同時にサーチを実行できる。

【0050】これまで説明した考えと同じように、マルチ参照フレームに関し、本出願人は、 $M$ 個の可能な画像ブロックモードが存在する時に、 $M$ 個のモードの各々がテストされるならば、動きサーチ中に各画像ブロックに対するモードを決定することも極めてコストがかかることを発見した。しかしながら、本出願人が行った実験によれば、画像ブロックのほとんどは $M$ 個のモードのサブセットのみを使って実際に符号化できることが判った。モードのサブセットは特定の動画コンテンツ及び符号化パラメータに応じて変わり得る。このような考えを良好に活用するために、ブロックモード予測方法を開発した。

【0051】符号化される画像ブロック、例えば図2におけるブロック26、すなわちブロックEに対し、ブロックモードの選択は、 $mA, mB, mC, mD$ のモードでそれぞれ符号化された隣接するブロック28、30、32、34、すなわちブロックA、B、C、Dのブロックモードに基づいて行うことができる。最初に $w$ 個のフレームを横断する時間ウィンドウを使ってブロックモード周波数の概念を定める。ここで、 $w$ は図3のステップで選択されたフレーム数である $n$ に等しくてもよいし、等しくなくてもよい。各画像ブロックモードの周波数 $F_m$ は、以前の $w$ 個のフレームにおける全てのブロック及び既に符号化された現フレームにおけるブロックに対し、ブロックモード $m$ を使用した回数である。次に、ブロックモードの周波数に基づき、モード周波数予測値 $F^0$ を得ることができる。

【0052】

【0054】モード周波数予測値を使ってブロックモード選択を行うことができる。下式(5)が真であれば、全ての $M$ 個の可能なモード内の各モード $m$ を検討する。

$$F_m \geq F^0 \quad \dots (5)$$

【0056】次の式(6)が真であれば、動きサーチ中にモードmをスキップする。

$$【0057】F_0 < F^0 \quad \dots (6)$$

【0058】モード一周波数予測値 $F^0$ は極めてフレキシブルにできる。この予測は隣接する画像ブロックの種々のセットから行うことができる。例えば次の式(7)と式(8)は極めて同様な結果を与える。

【0059】

$$F^0 = \alpha \cdot \min(F_{0A}, F_{0B}, F_{0C}) \quad \dots (7)$$

$$F^0 = \alpha \cdot \min(F_{0A}, F_{0B}) \quad \dots (8)$$

【0060】特別なケースでは、全ての隣接ブロック28, 30, 32, 34、すなわちブロックA, B, C, Dが画像フレームから外れるか、又はイントラブロックとして符号化されると、モード一周波数予測値はゼロにセットされる。このことは、各サーチ中にM個のブロックモードの全てを検討することを意味する。別の特別なケースでは、システムがモードに対する統計値を累積しながら、あるシーケンスの最初の $w_1$ 個のフレームを符号化する際に、M個の全ての可能なモードを検討する。パラメータ $w_1$ は一般にフレームの総数であるw以下の正の整数である。

【0061】図4は、ブロックモード予測方法を説明するためのフロー図である。ステップ51では、可能な画像ブロックモードの数であるMを選択することを含む。ステップ52では、サーチすべきブロックに隣接する可能な画像ブロックの選択を行うことを含む。例えばブロックA及びBの選択、ブロックA, B, Cの選択、ブロックA, B, C, Dの選択、ブロックA, B, C, D, F等の選択などを行うことができる。ステップ54では、選択された隣接するブロックの各々のブロックモードであるmA, mB, mC, mDなどを決定することを含む。ステップ56では、フレームの総数であるwを選択することを含む。ステップ58では、 $w_1$ 、すなわち上記特別なサーチケースのセットに対するwのフレームのサブセットを選択することを含む。ステップ60では、以前の(先の)w個のフレーム内の全てのブロック及び符号化された現フレーム内のブロックに対し、ブロックモードmが使用された回数である各画像ブロックの周波数 $F_{0A}, F_{0B}, F_{0C}, F_{0D}$ などを決定することを含む。ステップ62では、 $\alpha$ 、すなわち1以下の正のパラメータを選択することを含む。ステップ64では、(ステップ52で決定された)サーチすべきブロックに隣接する選択された数のブロックに対する式(4),

(7), (8)又は他の同様な式によって $F^0$ を決定することを含む。ステップ66では、 $F_0$ が $F^0$ 以上であるかどうかを判断することを含む。そうであれば、ステップ68においてM個の可能なモード中の各モードmをサーチする。そうでなければ、ステップ70において、動きサーチ中にmをスキップする。当業者であれば、図4に示された個々のステップを種々の異なるシーケンスで

実行できること、すなわち最初に選択する変数を任意の順で選択できることが理解できよう。更に、フレーム予測サーチとブロックモード予測サーチとを組み合わせたサーチを実行する方法は、図3及び図4の双方に記載されたステップを1回のサーチで単に組み合わせるだけでよい。

【0062】図5は、1/4共通中間形式(QCIF)のフォーマットに対する相対的動きサーチの実験結果を示すグラフ図で、フレーム予測、モード予測、フレーム予測でもモード予測でもない方法に関するフレームモード予測の相対的な動きサーチ時間を示す図である。この実験例では次のパラメータを使用した。すなわちこの実験は、画像ブロックサイズを $16 \times 16$ 、 $n=5$ 、 $p_0=1$ 、 $m=7$ (これは $4 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $8 \times 4$ ,  $8 \times 8$ ,  $8 \times 16$ ,  $16 \times 8$ ,  $16 \times 16$ のブロックタイルパターンに対応する)、 $\alpha=1/2$ 、 $w=4$ 、 $w_1=1$ といったパラメータを使用した実験である。図示されている実験結果はフレーム予測、モード予測、フレーム予測とモード予測との組み合わせをそれぞれ使った、毎秒10個のフレームでの、QCIFフォーマットシーケンスに対するものである。フレーム予測とモード予測とを組み合わせたサーチを使ったスピードアップ比は、図5の水平軸が示すように、利用した量子化パラメータに応じ、全てのフレーム及びモードの従来のフルサーチよりも3〜5倍速い範囲内、すなわちフルサーチに必要な時間の35〜20%の範囲内となる。

【0063】量子化パラメータ(QP)とは、符号化の質を管理するために画像及び動画符号化で使用されるパラメータのことである。当業者であれば理解できるように、通常、QPを大きくすれば画質は悪くなり、QPを小さくすれば画質は良好になる。従って、QPが比較的小さいときには動画の符号化は動き推定の精度に影響を受けやすい。このことは、本明細書に開示した方法の性能が異なるQP値に対して異なる理由である。従って、H.26L規格は本発明の明細書に開示した性能を実証するための単なる1つの例としてしか使用していない。

【0064】図6は、図5に示されたQCIFシーケンスに対する符号化システムのビットレート-歪み性能を示すグラフ図である。水平軸はビットレートを示し、垂直軸は歪み、すなわち画像の輝度のピーク信号対ノイズ比(PSNR)を示す。全てのフレーム及び全てのモードの従来のフルサーチと、フレーム予測サーチ、モード予測サーチ、フレーム予測とモード予測との組み合わせサーチとを比較すると、本発明の方法を使用した場合、性能の劣化はほとんどないことが判る。特に参照フレームのサブセット及び画像ブロックモードのサブセットを使用する本発明の方法によって生じる歪みは、種々のビットレートに対し、ピーク信号対ノイズ比で表すと0.5dBより低い。

【0065】図7は、フレーム予測、モード予測、フレ

ーム予測とモード予測との組み合わせをそれぞれ使った、毎秒30フレームにおける共通中間形式(CIF)フォーマットに対する相対的動きサーチの実験結果を示すグラフ図である。フレーム予測とモード予測とを組み合わせたサーチを使ったスピードアップ比は、図7の水平軸が示すように、利用した量子化パラメータに応じ、全てのフレーム及び全てのモードの従来のフルサーチよりも4〜6倍速い範囲内、すなわちフルサーチに必要な時間の28〜15%の範囲内となる。

【0066】図8は、図7に示されたCIFシーケンスに対する符号化システムのビットレート-歪み性能を示すグラフ図である。水平軸はビットレートを示し、垂直軸は画像の輝度のPSNRを示す。全てのフレーム及び全てのモードの従来のフルサーチと、フレーム予測サーチ、モード予測サーチ、フレーム予測とモード予測とを組み合わせたサーチとを比較すると、本発明の方法を使用した場合、性能の劣化はほとんどないことが判る。

【0067】図示された例では、モードはブロックサイズ16×16, 16×8, 8×16, 8×8, 8×4, 4×8, 4×4の1つに対応する。しかしながら、本発明に係る方法では、他のブロックサイズ又は符号化モードに対しても使用できる。例えば各モードにおいて空間予測の異なる方向を使用するイントラ符号化では異なる符号化モードを使用できる。更に、特定の各参照フレーム及び1つの特定のブロックモード内の動きサーチ方法は本発明では指定されない。その理由は当業者であれば理解できるように、これらのステージでは種々の高速サーチ方法のうちのいずれも使用できるからである。

【0068】一例として多数の参照フレーム及びモードを使用する動きサーチは、これまではフレームとモードの組み合わせごとに1回ずつ一連の独立したサーチを使って行われていた。前述したように、参照フレーム予測方法及びモード予測方法は、実行する通常の動きサーチの回数を選択的に低減することによって動きサーチの複雑さを小さくしている。この利点は、個々の動きサーチに対して使用する動きサーチ技術に関係なく当てはまる。単一の参照フレーム及び符号化モードの高速動きサーチのための格別な現存する方法は、テストする動きベクトルのセットに対して優先順序を与えることによって、すなわちスパイラルサーチによって行われている。これら高速サーチが成功するかどうかは、テストする最初の数個のベクトルの間で最適に近い解が見つけれられるかどうかによって決まる。これによってサーチの後半部分から迅速に準最適ベクトルを除くことができ、計算上の利益を与える。参照フレーム予測及びモード予測の考えはこのような動作を高めることができる。全ての参照フレーム及び符号化モードを検査したとしても、本発明の参照フレーム予測方法及びモード予測方法は、高速サ

ーチが、サーチの最初の数個の参照フレーム及び符号化モードで最適に近いベクトルに遭遇する確率が高くなるように、参照フレーム及び符号化モードの順序を定めるように働くことができる。換言すれば、本明細書に記載されている計算により予測された、フレームのサブセット及びモードのサブセットを、まず最初にサーチすることができ、第2に、本発明のサーチ方法によって決定されたサブセット内に含まれない残りのフレーム及びモードをサーチできる。最初にサーチすべきサブセットの順序をこのように定めることによって全ての参照フレーム及び符号化モードを検査した場合でも、かかる高速動きサーチアルゴリズムの性能を高めることができる。従って、本発明は高速動きサーチの性能を高めるよう、現存の高速動きサーチによってサーチされる参照フレーム及びモードの順序を定める方法を提供するものである。

【0069】従って、以上で高度動画符号化における高速動きサーチのための参照フレーム予測サーチを実行する方法、ブロックモード予測サーチを実行する方法、及びフレーム予測とブロックモード予測とを組み合わせたサーチを実行する方法について開示した。これらサーチを実行する好ましい方法について開示したが、特許請求の範囲に記載されている本発明の範囲から逸脱することなく、これら開示した方法について更なる変形及び変更を行うことができると理解すべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】動きサーチ中に利用される多数の参照フレームの略図である。

【図2】現画像フレームにおける画像ブロック及びそれに隣接する画像ブロックの略図である。

【図3】参照フレーム予測方法を説明するためのフロー図である。

【図4】ブロックモード予測方法を説明するためのフロー図である。

【図5】QCIFフォーマットに対する相対動きサーチの実験結果のグラフを示した図である。

【図6】図5のQCIFシーケンスに対する符号化システムのビットレート-歪み性能のグラフを示した図である。

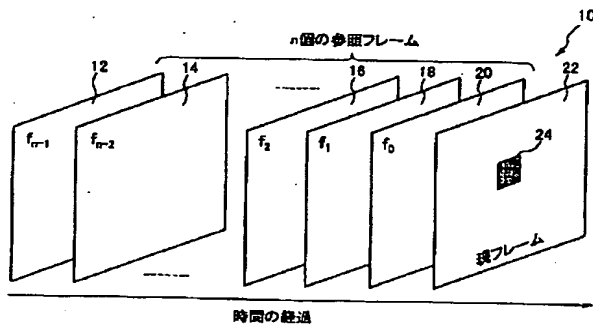
【図7】CIFフォーマットに対する相対実験結果のグラフを示した図である。

【図8】図7のCIFシーケンスに対する符号化システムのビットレート-歪み性能のグラフを示した図である。

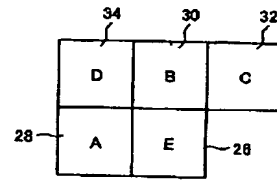
#### 【符号の説明】

12, 14, 16, 18, 20…参照フレーム、22…現フレーム、24, 26, 28, 30, 32, 34…画像ブロック。

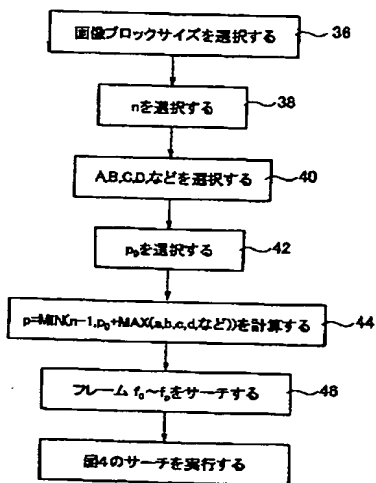
【図1】



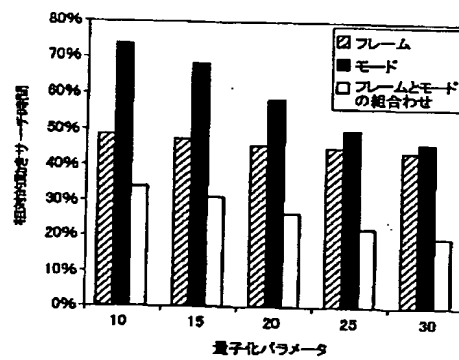
【図2】



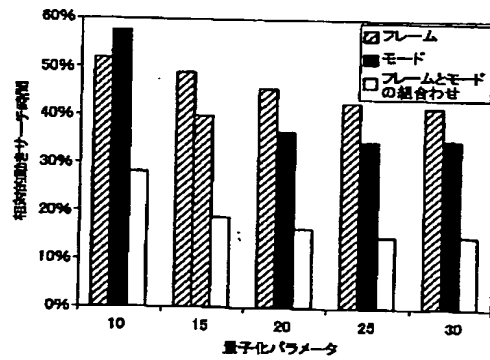
【図3】



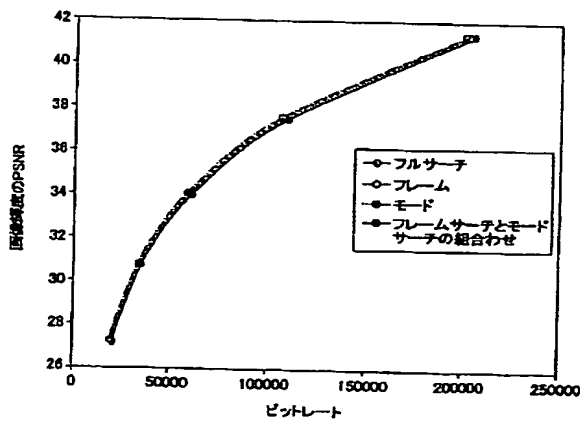
【図5】



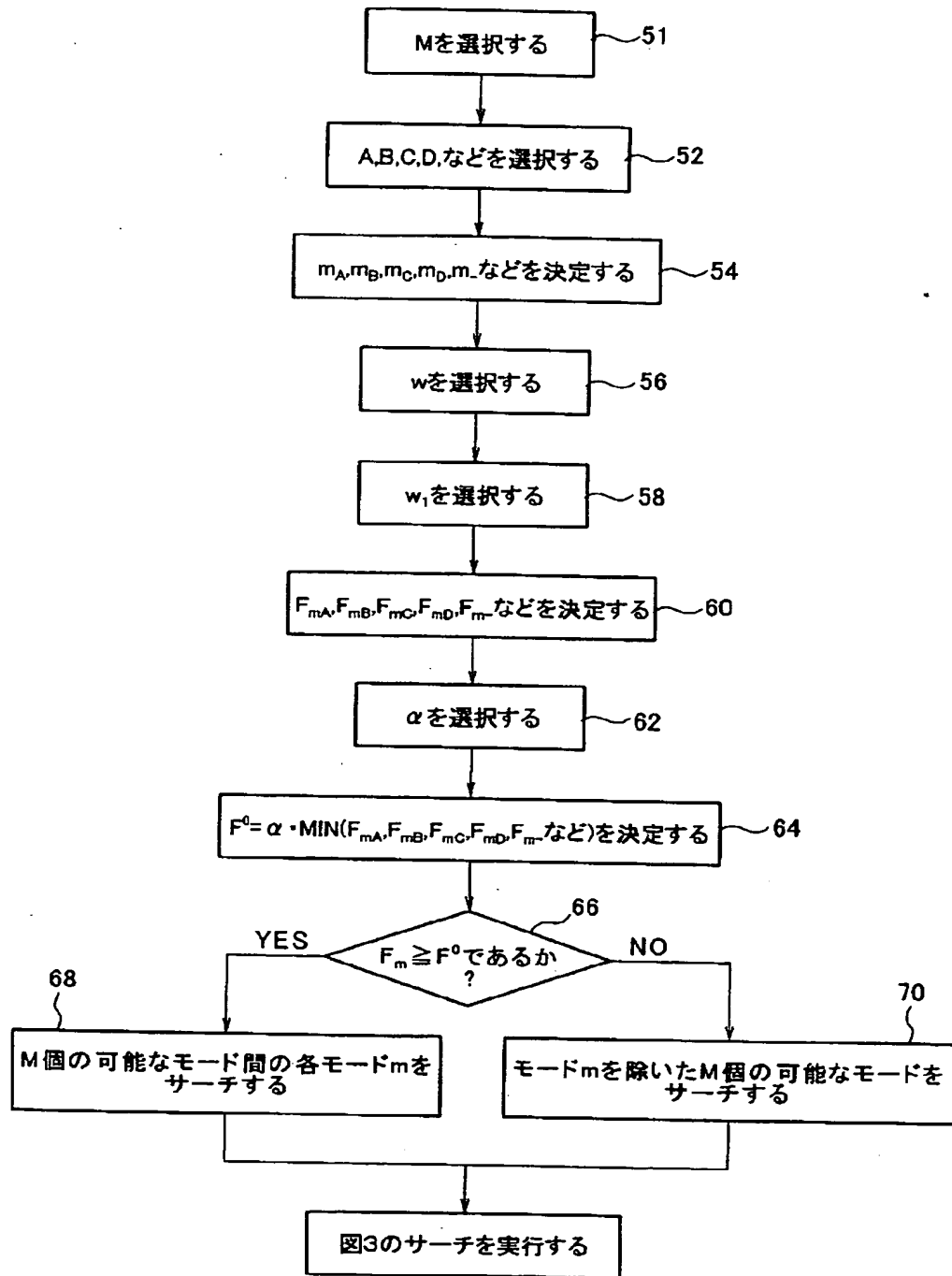
【図7】



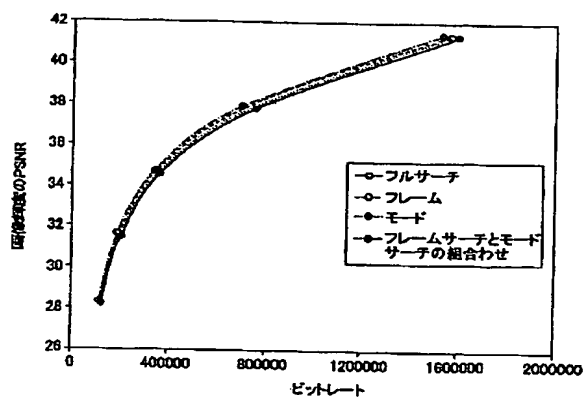
【図6】



【図4】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C059 KK17 MA00 MA05 MA12 NN03  
NN28 PP04 TA63 TB08 TC42  
TD02 TD11 TD16 UA02 UA33  
5J064 AA03 BA04 BB03 BB12 BC01  
BC08 BC09 BC25 BC26 BC28  
BC29 BD02